Applied Engineering, Innovation, and Technology

Research article

Rancang Bangun Mesin Pengisian Minyak dengan Sistem Otomasi Berbasis Programmable Logic Controller

Fadhillah Hazrina*, Purwiyanto, Hanif Gilang

Program Studi Teknik Listrik, Jurusan Rekayasa Elektro dan Mekatronika, Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia
*Correspondence: fadhillahhazrina@pnc.ac.id

https://doi.org/10.62777/aeit.v1i2.31

Received: 17 September 2024
Revised: 28 October 2024
Accepted: 6 November 2024
Published: 16 November 2024



Abstract: Pada sistem otomasi, *Programmable Logic Controller* (PLC) adalah perangkat berbasis mikrokontroler yang dirancang khusus untuk mengendalikan berbagai jenis proses. Program dalam PLC disimpan dalam memori dan dibuat menggunakan perangkat lunak CX Programmer, dengan diagram *wiring* dalam bentuk *ladder*. Penelitian ini berfokus pada otomasi proses pengisian minyak dan penutupan botol menggunakan PLC Omron CP1L. Sistem menggunakan empat input dengan alamat 000, 001, 002, dan 004, serta tiga output dengan alamat 100.00, 100.02, dan 100.05. Fungsi dari ketiga output ini adalah mengendalikan M1 sebagai penggerak konveyor, pompa DC 12 V, dan M2. Penelitian ini menerapkan sistem otomatisasi yang beroperasi secara real-time saat proses berlangsung. Sistem ini dimulai dari tombol *start*, yang menggerakkan botol secara berurutan, dan akan berhenti ketika mendeteksi sensor *proximity* yang mengirim sinyal untuk memulai proses berikutnya. Sistem akan berhenti ketika tombol *stop* ditekan. Hasil pengukuran menunjukkan kecepatan motor saat membawa beban 150 ml hingga 350 ml adalah 20-27 rpm, dengan rata-rata tegangan *output* sebesar 11 V dan arus output sebesar 2-3 A. Total daya yang dibutuhkan mencapai 108,558 W. Jarak pembacaan sensor pertama adalah 8 cm, dan sensor kedua adalah 21 cm. Terdapat pula penyesuaian waktu pengisian minyak dari 150 ml hingga 350 ml, dengan durasi antara 50 hingga 160 detik.

Keywords: *Programmable logic controller*, sistem otomasi, pompa DC, mesin pengisian minyak, sensor *proximity*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi industri yang semakin pesat di berbagai sektor, terutama di industri pengolahan dan manufaktur, telah mendorong kebutuhan akan sistem otomasi yang lebih efisien dan akurat [1], [2]. Salah satu aplikasi otomasi yang banyak digunakan adalah dalam proses pengisian cairan, termasuk pengisian minyak, yang membutuhkan ketepatan, kecepatan, dan kontrol yang tepat untuk memastikan kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan [3]. Pengisian minyak, baik untuk keperluan industri maupun konsumen, seringkali dilakukan dalam skala besar dengan tingkat variasi volume dan jenis minyak yang beragam [4].

Namun, meskipun banyak tersedia mesin pengisian konvensional, proses ini masih sering menghadapi berbagai masalah, seperti ketidakakuratan pengisian, pengisian yang terlalu lambat, dan kerusakan pada komponen mesin akibat kesalahan pengaturan [5], [6]. Oleh karena itu, diperlukan suatu sistem yang lebih efisien dan fleksibel untuk mengatasi permasalahan tersebut. Sistem kendali berbasis PLC (*Programmable Logic Controller*) menjadi solusi yang semakin banyak diterapkan dalam berbagai industri karena kemampuannya untuk mengatur dan mengontrol berbagai perangkat dalam satu sistem yang terintegrasi [7]. PLC memiliki keunggulan dalam hal ketahanan terhadap gangguan, kemampuan untuk memproses input dan output secara cepat, serta kemudahan dalam pemrograman dan pemeliharaan [8].

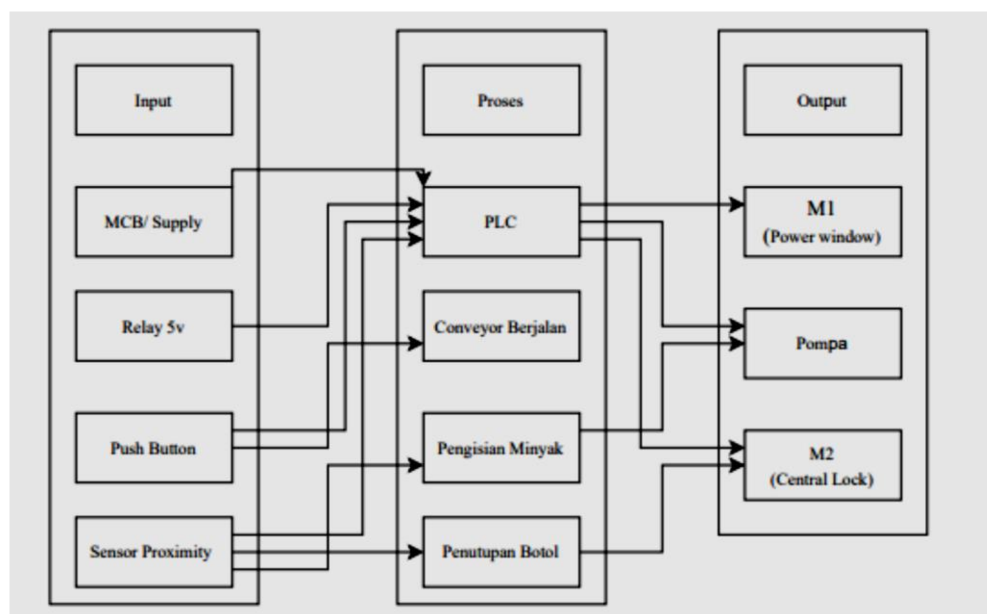
Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sebuah mesin pengisian minyak berbasis PLC yang dapat mengatasi masalah-masalah yang ada pada sistem pengisian minyak konvensional. Mesin ini dirancang untuk memiliki tingkat akurasi yang tinggi, kecepatan pengisian yang lebih efisien, serta kemudahan dalam pengoperasian dan pemeliharaan. Melalui perancangan sistem yang baik dan penerapan teknologi PLC yang tepat, diharapkan mesin ini dapat meningkatkan produktivitas dan kualitas pengisian minyak dalam industri. Penelitian ini akan membahas mengenai desain dan implementasi mesin pengisian minyak berbasis PLC, serta analisis kinerja sistem yang telah dikembangkan.

2. Metode

Metode pengumpulan data dilakukan melalui pencarian jurnal dan literatur yang berkaitan dengan penelitian ini. Penelitian ini berfokus pada perancangan prototipe alat mesin pengisi minyak berbasis PLC sebagai pengendali proses. Penggunaan peralatan kontrol seperti ini memungkinkan otomatisasi produksi dengan waktu yang efisien dan mampu mengurangi kesalahan manusia [9], [10]. PLC mengintegrasikan berbagai komponen menjadi satu sistem kendali terpadu, sehingga mudah diubah tanpa perlu mengganti semua instrumen yang ada [11], [12].

2.1. Diagram Blok

Diagram blok menjadi dasar keseluruhan sistem yang dirancang, di mana setiap bagian memiliki fungsi spesifik. Diagram blok membantu memahami prinsip kerja alat secara menyeluruh, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram blok sistem otomasi pengisian minyak berbasis PLC.

Diagram blok ini menunjukkan arsitektur sistem untuk mesin pengisi minyak otomatis yang dikendalikan oleh PLC. Sistem ini terdiri dari beberapa bagian utama, yaitu bagian *input*, PLC sebagai pusat kendali, komponen proses, dan bagian *output*.

Pada bagian input, terdapat komponen-komponen seperti MCB *Supply*, Relay 5V, *Push Button*, dan Sensor *Proximity*. Komponen-komponen ini memberikan sinyal masukan ke PLC, yang memulai dan mengendalikan proses otomatisasi. Misalnya, *push button* berfungsi sebagai tombol untuk memulai sistem, sedangkan sensor *proximity* mendeteksi keberadaan botol di atas konveyor, memastikan setiap botol berada pada posisi yang tepat sebelum pengisian atau penutupan. PLC bertindak sebagai unit kendali utama yang memproses sinyal dari bagian *input* dan mengendalikan bagian *output* berdasarkan instruksi yang telah diprogram [13], [14]. PLC menerima sinyal dari perangkat *input* dan mengatur urutan serta waktu operasional dari komponen seperti pergerakan konveyor, pengisian minyak, dan penutupan botol. Dengan cara ini, PLC memastikan setiap langkah dalam proses berlangsung dengan urutan yang benar dan sesuai dengan kondisi waktu riil yang diterima dari sensor [15], [16].

Selanjutnya, komponen proses meliputi pengatur konveyor, pengisian minyak, dan penutupan botol. Setiap komponen proses ini memiliki fungsi spesifik yang bekerja di bawah kendali PLC. Pengatur konveyor, misalnya, mengatur pergerakan botol di atas konveyor, sementara komponen pengisian minyak bertugas mengisi botol dengan minyak sesuai takaran yang telah ditentukan. Komponen penutupan botol memastikan bahwa botol yang telah diisi akan ditutup rapat sebelum melanjutkan ke bagian selanjutnya.

Bagian *output* terdiri dari perangkat seperti M1 (yang menggerakkan motor konveyor), pompa, dan M2 (yang mengontrol pengunci botol). M1 bertanggung jawab untuk menggerakkan motor konveyor sehingga botol dapat bergerak di sepanjang jalur produksi. Pompa digunakan untuk mengalirkan minyak ke dalam botol dengan takaran yang tepat, sedangkan M2 berfungsi untuk mengendalikan mekanisme penutupan botol agar tertutup rapat sebelum botol dipindahkan ke tempat penyimpanan.

Secara keseluruhan, sistem ini bekerja dengan memulai dari sinyal masukan, misalnya saat *push button* ditekan, yang kemudian memicu PLC untuk menjalankan serangkaian perintah. PLC mengoordinasikan pergerakan konveyor, pengisian minyak, dan penutupan botol, dengan menggunakan data *real-time* dari sensor *proximity* dan *input* lainnya untuk mengendalikan *output* dengan tepat. Pengaturan ini memungkinkan proses berjalan otomatis dengan sedikit intervensi manusia, mengurangi risiko kesalahan, dan meningkatkan efisiensi produksi.

2.2. Komponen Sistem

Sistem otomasi pengisian minyak berbasis PLC ini terdiri dari beberapa komponen sebagai berikut:

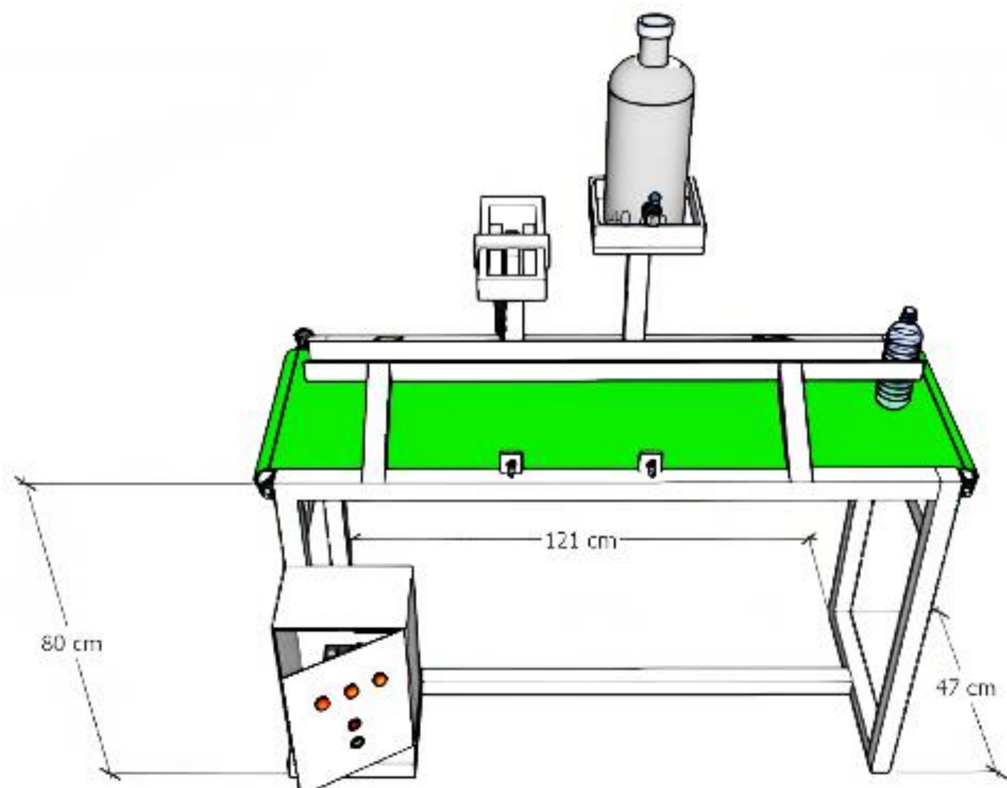
1. PLC
   PLC adalah perangkat kontrol yang mampu mengatur proses berulang, termasuk pengawasan kesesuaian tahapan. Sistem ini memberi informasi kepada operator apabila ada tahapan yang tidak sesuai.
2. Konveyor
   Konveyor berfungsi memindahkan barang dalam jumlah besar dari satu ujung ke ujung lain secara kontinu, menggunakan *belt conveyor* sebagai penghubung.
3. Push Button
   Push button adalah saklar sederhana untuk menghubungkan atau memutuskan aliran listrik saat tombol ditekan. Saat tombol tidak ditekan, saklar kembali ke posisi normal (mati).

4. Motor Listrik DC
   Motor DC mengubah energi listrik menjadi energi kinetik. Motor ini bekerja menggunakan gaya elektromagnet pada kumparan.
5. Sensor *Proximity*
   Sensor *proximity* mendeteksi objek tanpa sentuhan fisik, mengubah keberadaan objek menjadi sinyal listrik.
6. *Power supply* (catu daya)
   Catu daya berfungsi memasok daya ke beban listrik sesuai kebutuhan tegangan yang diperlukan.
7. Relay
   Relay adalah saklar elektronik yang menggunakan elektromagnetik untuk menghantarkan arus listrik lebih tinggi dari sumber berdaya rendah.

Prinsip kerja sistem ini dimulai dengan inisialisasi jarak objek oleh sensor *proximity*. Ketika sensor mendeteksi botol, konveyor berhenti dan sistem mengisi minyak. Sensor proximity kedua mendeteksi botol pada konveyor untuk memulai proses penutupan botol. Setelah botol tertutup, konveyor membawa botol ke tempat penampungan. Proses ini dapat dihentikan dengan menekan push button stop (alamat 004).

2.3. Desain Mekanik

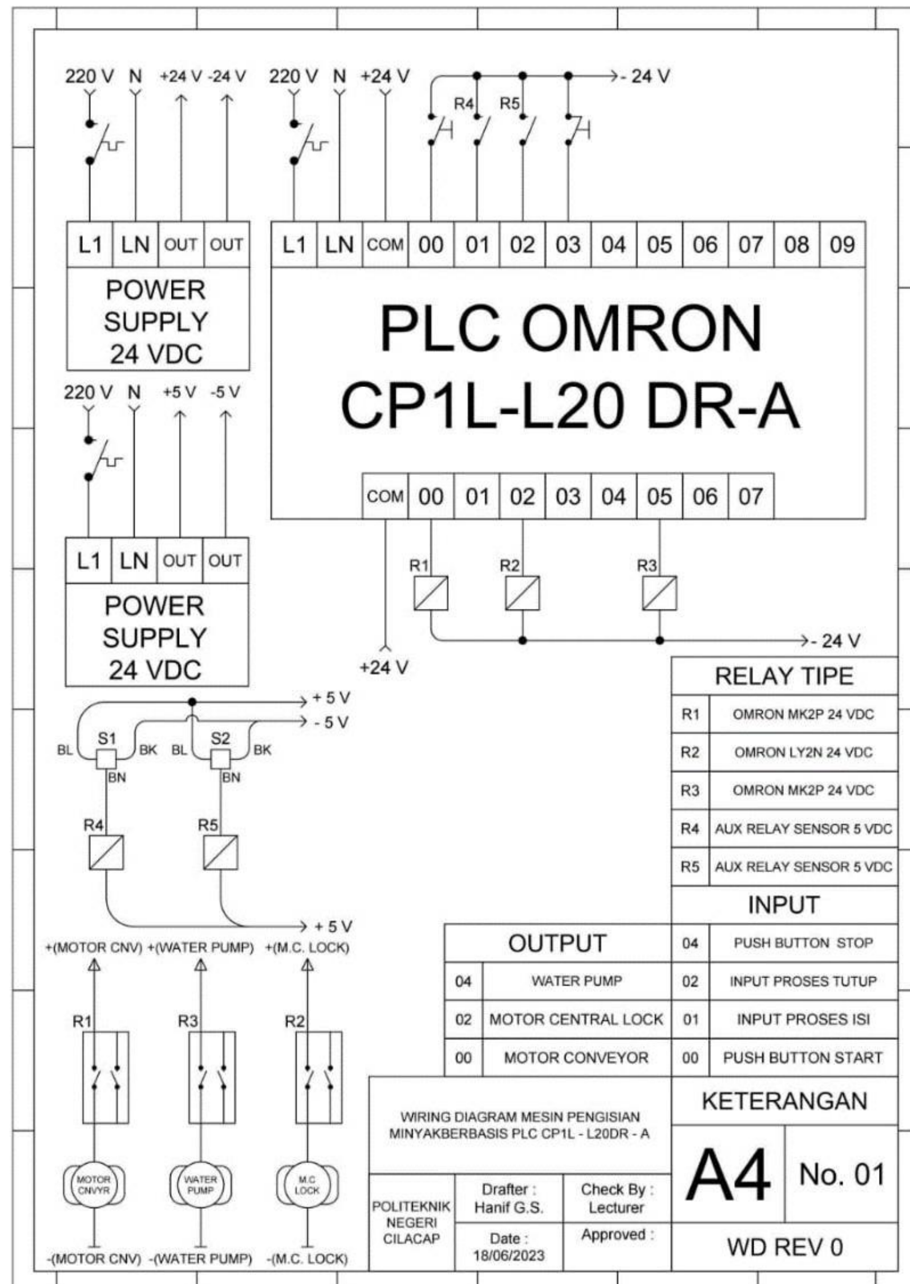
Perancangan sistem mekanik mesin pengisi minyak berbasis PLC memerlukan komponen yang tepat untuk memastikan fungsionalitas. Komponen seperti *belt conveyor*, PLC, dan sensor *limit switch* dipasang setelah tahap perancangan selesai untuk menghindari kesalahan atau kegagalan saat uji coba. Desain mekanik sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain mekanik sistem pengisian minyak berbasis PLC.

2.4. Desain Elektrikal

Rancangan perangkat keras ini mengaplikasikan keseluruhan sistem pengisian minyak berbasis PLC yang saling terhubung, dengan menggunakan 4 *input* dan 3 *output* (M1, pompa, dan M2). Desain sistem elektrikal ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Desain elektrikal sistem pengisian minyak berbasis PLC.

3. Hasil dan Diskusi

Sistem otomasi menggunakan PLC dirancang untuk mengontrol proses pengisian minyak dan penutupan botol. Implementasi pemrograman PLC dilakukan dengan software CX-Programmer, di mana ladder diagram digunakan sebagai representasi logika kendali dalam sistem. Tabel 1 adalah penjelasan mengenai kode pemrograman dan fungsi dari masing-masing bagian ladder diagram berdasarkan desain yang diimplementasikan.

Tabel 1. Daftar alamat *input*/*output* PLC.

Tipe Data	Penggunaan	Alamat	Keterangan
BOOL	Input	0.00	Start
BOOL	Input	0.01	LS Isi
BOOL	Input	0.02	LS Tutup
BOOL	Input	0.04	Stop
BOOL	Output	100.00	Motor Conveyor
BOOL	Output	100.05	Pompa DC 12 V
BOOL	Output	100.02	Motor Central Lock
BOOL	Counter	C0000	CNT Isi
BOOL	Counter	C0001	CNT Tutup
BOOL	Timer	T0000	TIM Jeda Isi
BOOL	Timer	T0001	TIM Isi
BOOL	Timer	T0002	TIM Run Isi
BOOL	Timer	T0003	TIM Jeda Tutup
BOOL	Timer	T0004	TIM Tutup
BOOL	Timer	T0005	TIM Run Tutup
BOOL	Auxiliary	W0.00	AUX Start

Tabel 1 menunjukkan daftar alamat I/O (Input/Output) yang digunakan dalam sistem otomasi pengisian minyak berbasis PLC, termasuk tipe data, fungsi penggunaan, alamat, dan deskripsi untuk setiap sinyal atau komponen yang terhubung. Berikut adalah uraian dari tabel tersebut:

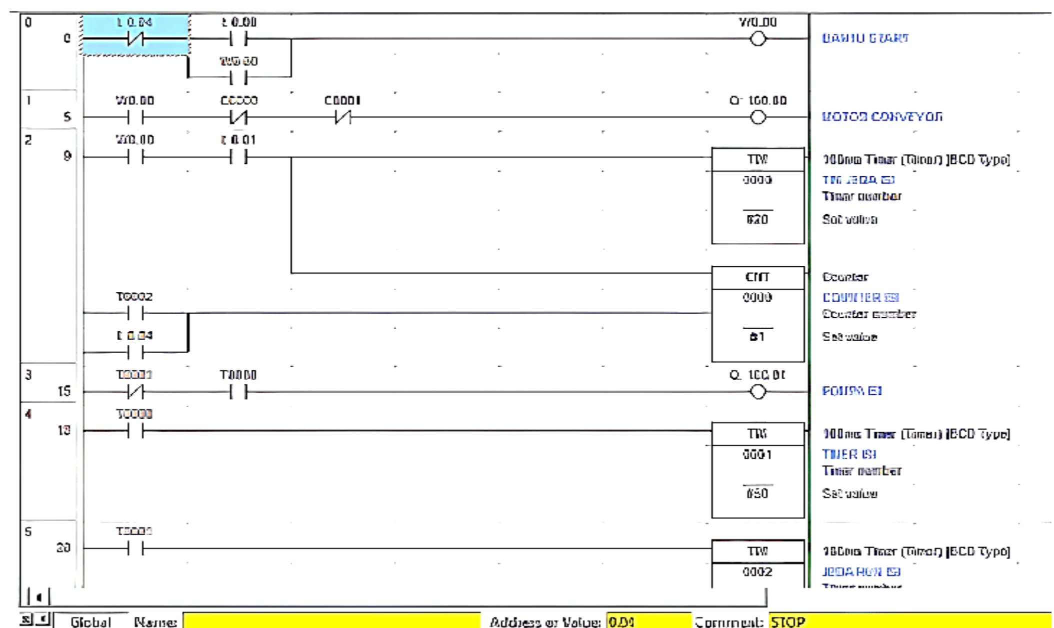
1. Input
   Input terdiri dari sinyal-sinyal yang berasal dari perangkat eksternal ke PLC, seperti tombol dan sensor.
   - Alamat 0.00: Didefinisikan sebagai tombol "START" yang digunakan untuk memulai sistem. Fungsi ini menjadi titik awal untuk mengaktifkan rangkaian otomasi.
   - Alamat 0.01 dan 0.02: Sensor yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan botol saat proses pengisian minyak (LS ISI) dan proses penutupan botol (LS TUTUP).
   - Alamat 0.04: Diberikan untuk tombol "STOP", yang digunakan untuk menghentikan sistem kapan saja, memberikan fungsi pengaman manual.
2. Output
   Output mencakup perangkat-perangkat yang dikontrol oleh PLC untuk menjalankan sistem.
   - Alamat 100.00: Mengontrol *motor conveyor*, yang berfungsi untuk memindahkan botol dari satu stasiun ke stasiun lainnya.
   - Alamat 100.02: Mengontrol motor central lock yang menangani proses penutupan botol.
   - Alamat 100.05: Mengontrol pompa 12 VDC untuk mengisi minyak ke dalam botol.
3. Counter
   Counter digunakan untuk menghitung jumlah proses yang telah dilakukan.
   - Alamat C0000 (CNT ISI): Berfungsi untuk menghitung jumlah botol yang telah selesai diisi minyak.
   - Alamat C0001 (CNT TUTUP): Berfungsi untuk menghitung jumlah botol yang telah selesai ditutup.

4. Timer

   Timer digunakan untuk mengatur jeda waktu atau durasi pada proses tertentu.
   - Alamat T0000: Mengatur waktu jeda saat proses pengisian minyak.
   - Alamat T0001: Mengatur waktu proses pengisian minyak (TIM RUN ISI).
   - Alamat T0002: Mengatur waktu jeda sebelum memulai proses penutupan botol (TIM JEDA TUTUP).
   - Alamat T0003: Mengatur waktu proses penutupan botol (TIM RUN TUTUP).
   - Alamat T0004: Timer tambahan yang digunakan untuk jeda pada proses tutup.
5. Auxiliary
   - Alamat W0.00 (AUX START): Memberikan sinyal tambahan yang digunakan untuk mendukung proses "START" pada awal sistem, biasanya digunakan sebagai kondisi tambahan atau pengaman sistem.

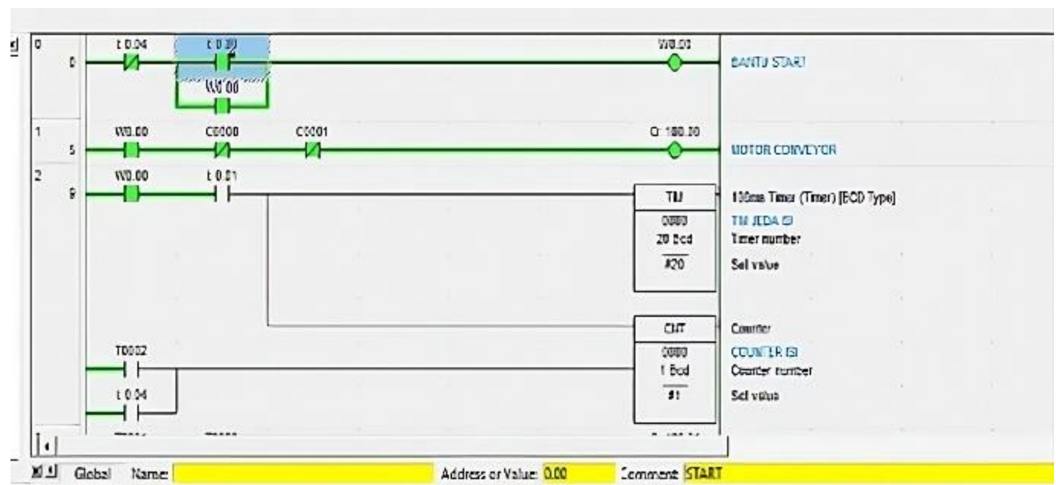
Tabel 1 menunjukkan struktur yang terorganisir dalam perancangan sistem otomasi berbasis PLC. Semua fungsi utama, seperti input (tombol dan sensor), output (motor dan pompa), serta timer dan counter, telah diintegrasikan dengan baik untuk mendukung proses otomatisasi. Dengan pemrograman yang memanfaatkan timer dan counter, sistem ini memungkinkan pengisian minyak dan penutupan botol dilakukan secara teratur dan presisi. Selain itu, adanya tombol STOP dan AUX START memberikan fleksibilitas dan keamanan tambahan dalam operasi sistem. Kombinasi dari semua elemen ini mencerminkan desain sistem yang efektif, dengan kontrol yang mampu meminimalkan human error dan meningkatkan efisiensi proses produksi.

Gambar 4 menunjukkan ladder diagram dari pemrograman PLC yang digunakan dalam penelitian sistem otomasi pengisian minyak dan penutupan botol. Diagram ini dirancang menggunakan perangkat lunak CX-Programmer, dengan sejumlah *rung* yang merepresentasikan logika pengendalian proses. Setiap *rung* mengatur fungsi spesifik seperti pengaktifan *motor conveyor*, pengisian minyak dengan pompa, dan penutupan botol menggunakan motor *central lock*. Diagram ini juga memanfaatkan elemen *timer* untuk mengatur durasi setiap proses dan elemen *counter* untuk menghitung jumlah siklus yang selesai. Pemrograman ini memastikan bahwa sistem berjalan secara otomatis dan terkoordinasi sesuai dengan alur kerja yang direncanakan.



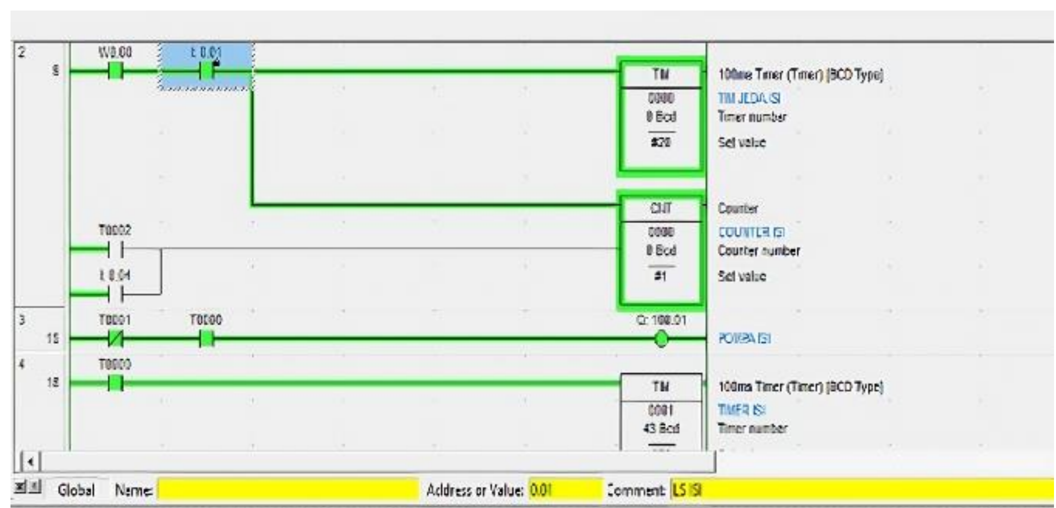
Gambar 4. Ladder diagram PLC pada sistem otomasi pengisian minyak dan penutupan botol.

Gambar 5 menunjukkan *ladder diagram* untuk aktivasi konveyor dalam sistem otomasi yang dirancang. Diagram ini mengatur logika pengaktifan *motor conveyor* berdasarkan sinyal input yang diterima, seperti dari push button start. Ketika tombol start diaktifkan, rangkaian ini akan mengalirkan daya ke *motor conveyor* untuk menggerakkan *belt conveyor*. Selain itu, ladder diagram ini juga melibatkan *timer* untuk memastikan konveyor berjalan sesuai dengan durasi yang telah ditentukan, dan memungkinkan kontrol yang terintegrasi dengan elemen lain dalam sistem, seperti sensor *proximity* atau *push button stop*. Hal ini memastikan proses berjalan otomatis dan efisien.

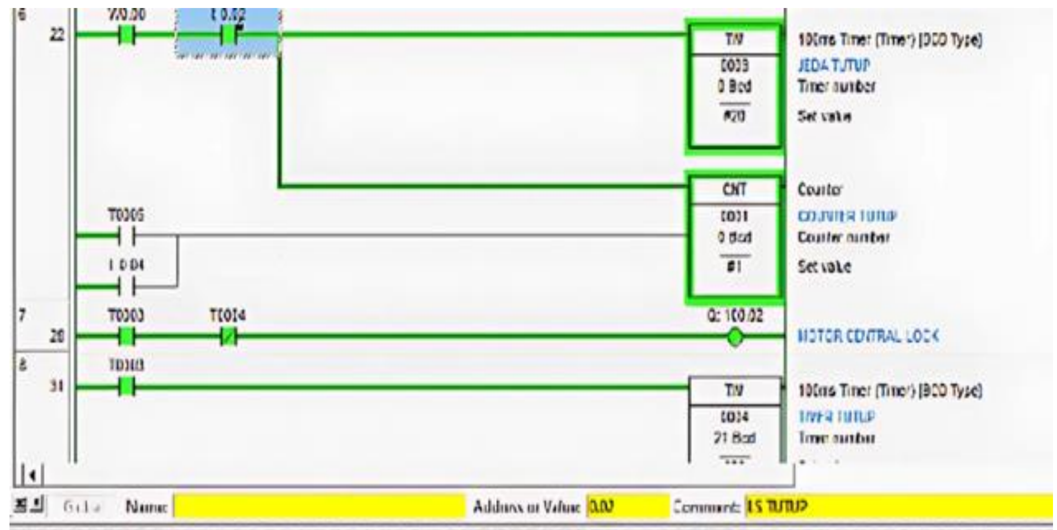


Gambar 5. Ladder diagram untuk aktivasi konveyor.

Gambar 6 dan 7 menampilkan *Ladder diagram* yang menunjukkan skema aktivasi sensor *proximity* dengan alamat input **001** dan **002** pada PLC untuk mendeteksi keberadaan objek, seperti botol pada *conveyor*. Sensor *proximity* **001** berfungsi sebagai pendeteksi awal untuk mengaktifkan pompa pengisian minyak. Ketika sensor ini mendeteksi objek, sinyal input akan diteruskan ke PLC, yang kemudian memulai proses pengisian minyak melalui aktivasi *timer* (T001) untuk menentukan durasi pengisian.



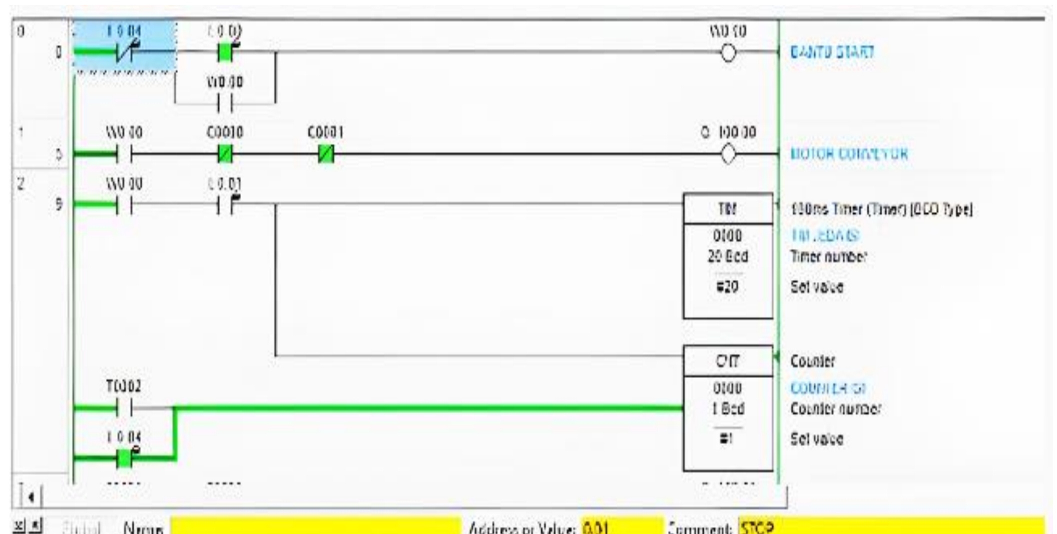
Gambar 6. Ladder diagram skema aktivasi sensor *proximity* alamat 001.



Gambar 7. Ladder diagram skema aktivasi sensor *proximity* alamat 002.

Sensor *proximity* **002**, di sisi lain, berfungsi untuk mendeteksi posisi akhir botol setelah proses pengisian minyak selesai. Ketika objek terdeteksi, sensor ini akan mengaktifkan motor **M2** (penutup botol) dengan alamat *output* **100.02**. *Timer* tambahan (T004 dan T005) digunakan untuk mengatur waktu jeda dan durasi proses penutupan botol, memastikan bahwa proses berjalan secara terkoordinasi tanpa gangguan. *Ladder diagram* ini juga menggunakan logika pemrograman berbasis *relay* dan *timer*, di mana setiap komponen bekerja secara berurutan untuk mendukung otomasi sistem pengisian minyak dengan efisiensi tinggi.

Gambar 8 menampilkan *Ladder diagram* yang merupakan rangkaian pemrograman untuk menghentikan sistem otomatisasi pada alat pengisian minyak. Rangkaian ini melibatkan *push button stop*, yang diidentifikasi dengan alamat *input* 004 pada PLC. Ketika tombol ini ditekan, sinyal akan dikirim ke PLC untuk memutuskan aliran daya ke seluruh *output* yang sedang aktif, termasuk motor *conveyor*, pompa pengisian minyak, dan motor penutup botol.



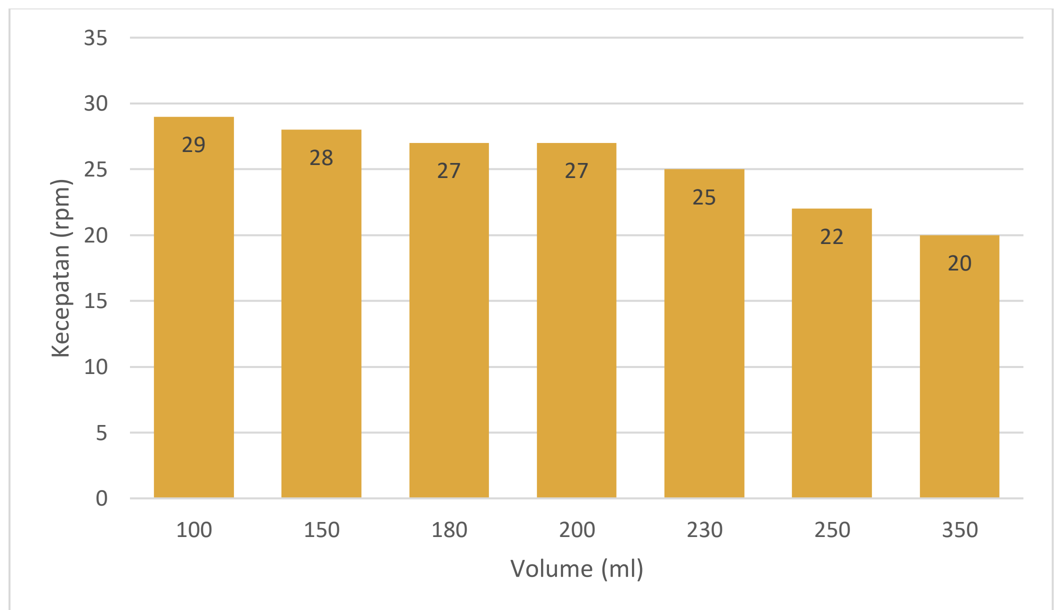
Gambar 8. Ladder diagram untuk menghentikan sistem.

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data yang bertujuan untuk memastikan bahwa semua komponen dari mesin pengisian minyak berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang dirancang. PLC yang digunakan adalah jenis PLC CP1L, yang memiliki peran utama sebagai pengontrol sistem otomasi. Pada PLC ini, terdapat dua *input* berupa *push button*, dan tiga *output* berupa dua motor DC serta satu pompa 12 V. Proses pengambilan data melibatkan

pengukuran kecepatan motor, estimasi waktu operasi, tegangan, arus, daya, serta kemampuan deteksi sensor *proximity* pada alat yang telah dirancang.

3.1. Pengukuran Kecepatan *Motor Conveyor*

Pengukuran kecepatan *motor conveyor* bertujuan untuk menentukan batas aman operasi sistem, sekaligus untuk memonitor berbagai fenomena atau perubahan yang terjadi saat konveyor membawa botol dengan volume minyak yang bervariasi, mulai dari 100 ml hingga 350 ml. Metode pengambilan data dilakukan dengan mengaktifkan konveyor melalui tombol *start*. Ketika motor mulai berputar dan menggerakkan *belt conveyor*, pengukuran dilakukan menggunakan alat ukur tacho meter yang diarahkan ke pusat motor. Alat ukur kemudian menampilkan angka kecepatan motor dalam satuan rotasi per menit (rpm). Data hasil pengukuran kecepatan konveyor dengan beban minyak yang bervariasi dicatat dan disajikan dalam Gambar 9.

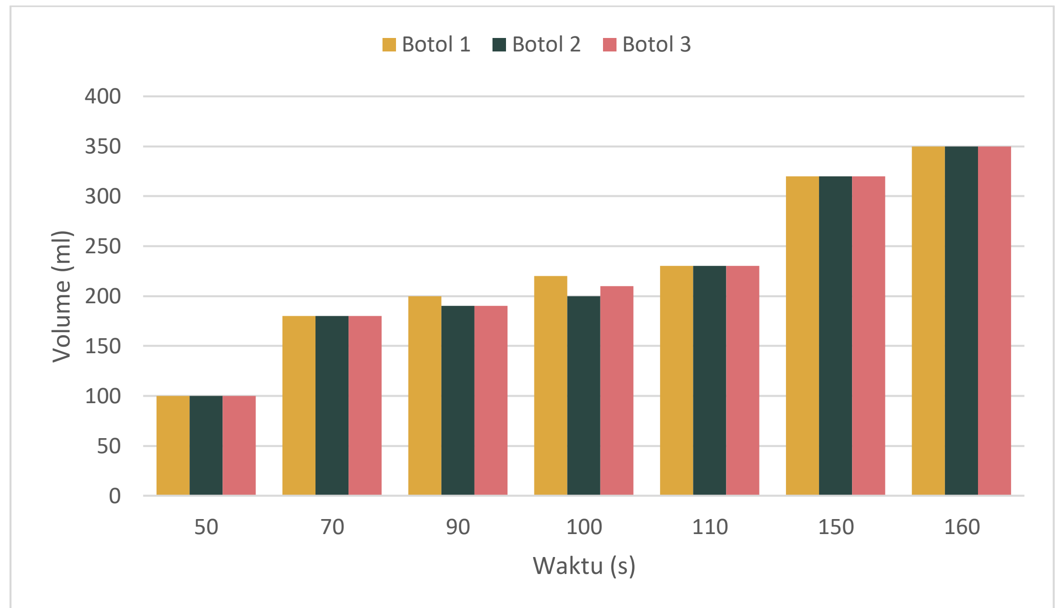


Gambar 9. Hasil pengukuran kecepatan konveyor terhadap variasi volume minyak.

Berdasarkan Gambar 9, hasil pengukuran menunjukkan bahwa kecepatan *motor conveyor* cenderung menurun seiring bertambahnya volume minyak dalam botol. Ketika botol memiliki volume minyak yang lebih besar, beban pada motor meningkat, sehingga kecepatan putaran motor menurun. Sebaliknya, dengan volume minyak yang lebih kecil, motor dapat beroperasi pada kecepatan yang lebih tinggi. Kecepatan maksimum motor tercatat sebesar 29 rpm pada volume minyak terbesar sebesar 100 ml. Motor *conveyor* yang digunakan merupakan jenis motor *power window* dengan spesifikasi tegangan *rating* sebesar 12 V, dan dikendalikan melalui PLC dengan alamat *output* 100.00.

3.2. Pengukuran Estimasi Waktu

Pengukuran estimasi waktu bertujuan untuk mengetahui durasi yang diperlukan untuk mengisi botol dengan volume minyak yang berbeda-beda sesuai target. Metode pengukuran dilakukan dengan mengatur waktu pengisian minyak menggunakan PLC, kemudian membandingkan hasilnya dengan volume yang diukur secara manual menggunakan gelas ukur. Berdasarkan Gambar 10, hasil pengukuran menunjukkan bahwa semakin besar volume minyak yang diisikan ke dalam botol, semakin lama waktu yang dibutuhkan.



Gambar 10. Hasil pengukuran waktu pengisian terhadap variasi volume botol.

Waktu pengisian diatur mulai dari 50 detik hingga 160 detik untuk mencapai volume minyak sesuai target, menunjukkan hubungan langsung antara estimasi waktu dan volume minyak. Hal ini menegaskan pentingnya pengaturan waktu yang akurat dalam proses otomasi untuk memenuhi kebutuhan produksi.

3.3. Pengukuran Tegangan, Arus, dan Daya

Pengukuran tegangan, arus, dan daya bertujuan untuk memahami kebutuhan listrik dari komponen-komponen alat yang dirancang. Data diperoleh dengan mengukur tegangan dan arus menggunakan *multitester* saat komponen aktif, kemudian menghitung daya dengan mengalikan nilai tegangan dan nilai arus. Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran menunjukkan bahwa spesifikasi tegangan yang hampir sesuai, yaitu sekitar 12 V, dengan sedikit penurunan hingga 11 volt.

Tabel 2. Hasil pengukuran tegangan, arus, dan daya pada masing-masing beban.

Beban	Tegangan (V)	Arus (A)	Daya (W)
M1	11,58	2,85	33,775
Pompa DC 12 V	11,64	2,45	28,518
M2	11,86	3,90	46,265
Total			**108,558**

Hubungan antara tegangan dan arus bersifat searah, di mana peningkatan tegangan menyebabkan peningkatan arus, dan sebaliknya. Beban utama dalam sistem ini meliputi M1 pada output 100.00 untuk memutar conveyor, pompa 12 V pada output 100.05, dan M2 pada output 100.02 untuk proses penutupan botol. Ketiga output dari PLC memiliki spesifikasi tegangan yang sama, yaitu 12 volt, dengan arus yang berkisar antara 2 hingga 3 A, menghasilkan daya yang sesuai dengan kebutuhan operasional alat. Hal ini menunjukkan bahwa sistem telah dirancang dengan efisien untuk mendukung performa alat.

3.4. Analisis Akurasi Jarak Sensor

Pengukuran akurasi jarak sensor bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan objek. Proses pengukuran dilakukan dengan menggunakan penggaris untuk menentukan jarak antara ujung sensor dan objek yang terdeteksi. Berdasarkan Tabel 3, hasil menunjukkan bahwa sensor *input* 001

memiliki jarak deteksi hingga 8 cm, sedangkan sensor *input* 002 dapat mendeteksi hingga 20 cm.

Tabel 3. Hasil pengukuran akurasi jarak sensor.

Jarak (cm)	Sensor 1	Sensor 2
2	Nyala	Nyala
4	Nyala	Nyala
6	Nyala	Nyala
8	Nyala	Nyala
10	Mati	Nyala
12	Mati	Nyala
14	Mati	Nyala
16	Mati	Nyala
18	Mati	Nyala
20	Mati	Nyala

Sensor ini berfungsi mendeteksi objek dengan memanfaatkan medan elektromagnetik dan menggunakan jenis sensor *proximity* NPN (*Normally Open*), yang membutuhkan arus negatif untuk beroperasi. Penyesuaian jarak deteksi dapat dilakukan dengan memutar baut kecil pada sensor, memungkinkan pengguna untuk mengatur jarak deteksi sesuai kebutuhan. Sensor ini dilengkapi dengan *relay* 5 V, di mana indikasi keberhasilan deteksi ditandai oleh lampu sensor yang menyala dan suara *relay* yang berbunyi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kedua sensor berfungsi dengan normal, sesuai dengan spesifikasi desain alat.

4. Kesimpulan

Hasil yang didapat dari penelitian ini menunjukkan bahwa mesin pengisian minyak berbasis PLC mampu beroperasi sesuai desain dengan parameter yang telah diukur. Pengukuran tegangan dan arus menunjukkan bahwa semakin besar volume minyak, maka beban yang diterima oleh sistem akan meningkat, sehingga memengaruhi tegangan dan arus. Tegangan rata-rata yang dihasilkan adalah 11 V dengan arus 2-3 A, menghasilkan daya total kebutuhan sebesar 108,558 watt. Kecepatan motor *conveyor* berkisar antara 20 rpm hingga 27 rpm, tergantung pada beban volume minyak mulai dari 150 ml hingga 350 ml. Jarak deteksi sensor *proximity* adalah 8 cm untuk sensor 1 dan 21 cm untuk sensor 2, yang berfungsi normal sesuai spesifikasi.

Pengaturan waktu pengisian minyak dilakukan melalui *setting timer* menggunakan PLC CP1 L20DRA yang diprogram dengan CX-Programmer dan *wiring ladder*. Sistem ini menggunakan empat *input* beralamat 000, 001, 002, dan 004, serta tiga *output* beralamat 100.00, 100.05, dan 100.02 yang terhubung dengan motor *conveyor* (M1), pompa DC 12V, dan motor penutup botol (M2). Proses pengisian minyak dan penutupan botol dilakukan secara otomatis dengan pengaturan *timer* yang dapat disesuaikan untuk mencapai target volume minyak yang diinginkan, dengan jeda antara setiap proses untuk memastikan efisiensi dan akurasi. Mesin ini terbukti efektif dan dapat digunakan sebagai solusi otomasi dalam pengisian minyak.

Funding: This research received no external funding.

Conflicts of Interest: The authors declare no conflicts of interest.

References

[1] F. Y. Hartawan and M. Galina, "Implementasi Programmable Logic Control (PLC) Omron CP1E pada Sistem Kendali Motor Induksi Star-Delta untuk Kebutuhan Industri," *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, vol. 8, no. 2, pp. 98–106, Oct. 2022, doi: 10.31884/jtt.v8i2.409.

[2] D. Pongoh, L. Wenno, J. Lumentut, V. Kambey, and A. Aring, "Pengenalan PLC Sebagai Pusat Kontrol dalam Sistem Otomasi Industri," *Jurnal Central Publisher*, vol. 1, no. 4, pp. 253–260, 2023.

[3] M. Febrian, "Analisis Penyebab Keterlambatan Proses Bongkar Muat MFO di MT Sapta Samudra," Politeknik Ilmu Pelayaran, Semarang, 2021.

[4] T. N. Hidayat, "Upaya Menekan Penyusutan (Losses) pada Muatan Minyak CPKO (Crude Palm Kernel Oil) di Kapal MT. Bahtera Kapuas," Politeknik Ilmu Pelayaran, Semarang, 2017.

[5] E. P. P. J. Maduwu, D. Suherdi, and T. Syaputra, "Rancang Bangun Alat Pengisian Minyak Goreng Mengunakan Flow Meter Berbasis Arduino," *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 2, no. 3, pp. 177–185, May 2023, doi: 10.53513/jursik.v2i3.7923.

[6] L. M. Bohalima, U. F. Sari Sitorus Pane, H. Hafizah, and R. Kustini, "Implementasi Teknik Counter Pada Pengisian Minyak Berbasis Arduino," *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, vol. 2, no. 1, pp. 17–23, Jan. 2023, doi: 10.53513/jursik.v2i1.5876.

[7] A. Haryawan, Jumardi, T. Nurhidayat, and A. E. Prakoso, "Implementasi PLC Omron CP1E-E20SDR-A untuk Pengisian dan Penutupan Botol Otomatis," *Jurnal Politeknosains*, vol. 21, no. 1, pp. 6–11, 2022.

[8] S. A. Qatrunnada, Y. Oktarina, T. Dewi, E. Ginting, and P. Risma, "Sistem Kendali Pengisian Jus Otomatis Menggunakan Sensor Infrared Dan Waterflow Berbasis PLC," *Journal of Applied Smart Electrical Network and Systems*, vol. 1, no. 01, pp. 1–5, Jun. 2020, doi: 10.52158/jasens.v1i01.26.

[9] A. T. Wardhana, A. Zamheri, and D. Puspa, "Implementation of PLC Based Automatic Sorting System," *AUSTENIT*, vol. 15, no. 1, pp. 36–40, May 2023, doi: 10.53893/austenit.v15i1.6677.

[10] K. J. Alaameri, A. J. Ramadhan, A. Fatlawi, and Z. S. Idan, "Design of a new sorting colors system based on PLC, TIA portal, and factory I/O programs," *Open Engineering*, vol. 14, no. 1, Feb. 2024, doi: 10.1515/eng-2022-0547.

[11] R. Faulianur and Z. Fachri, "Prototype Pengisi Air dan Penutup Botol Otomatis Berbasis Programmable Logic Controller," *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi (JNKTI)*, vol. 4, no. 6, pp. 440–449, Dec. 2021, doi: 10.32672/jnkti.v4i6.3612.

[12] R. Ardianto, B. Arifin, and E. N. Budisusila, "Rancang Bangun Sistem Pengisian dan Penutup Botol Otomatis Berdasarkan Tinggi Botol Berbasis Programmable Logic Controller," *JTEV (Jurnal Teknik Elektro dan Vokasional)*, vol. 7, no. 1, pp. 114–127, Jun. 2021, doi: 10.24036/jtev.v7i1.112194.

[13] B. Sumathy, D. Abinash, D. Aravindan, K. Prasaanth, and D. T. Muralidharan, "Automation of Tire Curing Machine Using IOT," *Indian J Sci Technol*, vol. 12, no. 29, pp. 1–7, Aug. 2019, doi: 10.17485/ijst/2019/v12i29/146978.

[14] A. I. Abashar, M. A. Mohammedeltoum, and O. D. Abaker, "Automated and monitored liquid filling system using PLC technology," in *2017 International Conference on Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE)*, IEEE, Jan. 2017, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICCCCEE.2017.7866699.

[15] J. Muralidharan, S. Saran, G. Tamilkavi, S. Thivakar, and M. Vivin, "An Automatic Fluid Filling Mechanism Using Delta PLC," *J Phys Conf Ser*, vol. 1937, no. 1, p. 012004, Jun. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1937/1/012004.

[16] M. Sreejeth and S. Chouhan, "PLC based automated liquid mixing and bottle filling system," in *2016 IEEE 1st International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES)*, IEEE, Jul. 2016, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICPEICES.2016.7853685.